



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola Superior d'Agricultura de Barcelona

Estudi de l'efecte del desullat sobre caràcters agronòmics i químics de l'espigall del Garraf (*Brassica oleracea* L.)

Treball Final de Grau

Enginyeria Agrícola

Autor: Emma Heredia Escudé

Tutora: Aurora Rull Ferré

Juliol 2019

“Les tortugues saben més dels camins que no pas les llebres.”

Gibran Khalil Gibran

Resum

L'espigall del Garraf (*Brassica oleracea* L.) és una varietat local de col brotonera pròpia del Garraf. Es tracta d'un tipus de col altament ramificant, que no fa cabdell i de la qual es consumeixen les ramificacions laterals (brotons) i les inflorescències immadures que apareixen als seus àpexs (espigalls). Actualment és poc conegut fora de les zones on s'ha cultivat tradicionalment.

La Fundació Miquel Agustí (equip de recerca en varietats agrícoles tradicionals catalanes i en promoció de productes autòctons) juntament amb la Diputació de Barcelona i diverses entitats comarcals van posar en marxa, al 2013, el projecte *Espigalls del Garraf. Espais Naturals amb Denominació d'Origen Protegida* (EGEsNat) per promoure el seu conreu i consum.

El desullat i la collita periòdica són la principal peculiaritat d'aquest conreu. El desullat consisteix en tallar el brot principal de la planta un cop aquesta ja està ben formada. Els pagesos realitzen aquesta pràctica amb l'objectiu d'afavorir el desenvolupament de noves ramificacions. La collita periòdica forma part del maneig tradicional de la planta.

Els objectius d'aquest estudi són: (1) determinar l'efecte del desullat sobre la productivitat (g de producció en pes fresc per planta) de l'espigall del Garraf, (2) determinar l'efecte del desullat sobre la seva composició química bàsica i (3) fer la descripció morfològica del material vegetal emprat (5a generació de llavor d'espigall del Garraf, fruit del procés de selecció massal del programa de selecció i millora del projecte EGEsNat).

Es van aplicar tres tractaments al cultiu: no desullar amb una única collita final (T1), no desullar amb collita periòdica (T2) i desullar amb collita periòdica (T3). De la comparació de T2 i T3 s'esperava deduir l'efecte del desullat. De T1, conèixer millor el desenvolupament natural de la planta i considerar altres formes de maneig del cultiu.

Pel que fa al desullat, estadísticament, no s'ha detectat que exerceixi cap efecte sobre la productivitat les plantes. Quant a la composició química, sí que s'han detectat diferències segons el tractament però no se'ls hi ha pogut donar una explicació.

La forma de maneig amb una única collita final comporta valors de producció significativament més baixos que el maneig de collites periòdiques

El material vegetal emprat en aquest estudi es caracteritza per assolir una alçada mitjana de 92cm, un grau d'arissat a les fulles alt i el nivell de rebrot que s'espera d'aquest tipus de varietat.

Paraules clau: desullat, productivitat, *Brassica oleracea* L., espigalls

Resumen

El *espigall del Garraf* (*Brassica oleracea* L.) es una variedad local de col brotonera propia de la zona del Garraf. Se trata de un tipo de col altamente ramificada, que no forma repollo y de la cual se consumen las ramificaciones laterales (brotones) y las inflorescencias inmaduras que se forman en su ápice (espigalls). Actualmente es poco conocido fuera de las zonas donde se ha cultivado tradicionalmente.

La Fundació Miquel Agustí (equipo de investigación en variedades agrícolas tradicionales catalanas y en promoción de productos autóctonos) junto con la Diputación de Barcelona y diversas entidades comarcales pusieron en marcha, en 2013, el proyecto *Espigalls del Garraf. Espais Naturals amb Denominació d'Origen Protegida* (EGEsNat) para promover su cultivo y consumo.

El despuntado y la cosecha periódica son los dos rasgos más característicos de este cultivo. El despuntado consiste en cortar el brote principal de la planta una vez esta ya está totalmente formada. Los agricultores realizan esta práctica con el objetivo de favorecer el desarrollo de nuevas ramificaciones. La cosecha periódica se engloba en las prácticas de manejo tradicionales del cultivo.

Los objetivos de este trabajo son: (1) determinar el efecto del despuntado sobre la productividad (g de producción en peso fresco por planta) del espigall del Garraf, (2) determinar el efecto del despuntado sobre su composición química básica y (3) hacer la descripción morfológica del material vegetal empleado (5a generación de semilla de espigall del Garraf fruto del proceso de selección masal del proceso de selección y de mejora del proyecto EGEsNat).

Se aplicaron tres tratamientos al cultivo: no despuntar combinado con una única cosecha final (T1), no despuntar con cosecha periódica (T2) y despuntar con cosecha periódica (T3). De la comparación entre T2 y T3 se esperaba deducir el efecto del despuntado. De T1, conocer mejor el desarrollo natural de la planta y considerar nuevas formas de manejo del cultivo.

En cuanto al despuntado, estadísticamente no se ha detectado que ejerza ningún efecto sobre la productividad de las plantas. Por lo que a la composición química se refiere, sí que se han detectado diferencias significativas según el tratamiento, pero no se les ha podido dar una explicación coherente.

La forma de manejo con cosecha final única conlleva unos valores de producción significativamente más bajos que el manejo con cosecha periódica.

El material vegetal empleado en este estudio se caracteriza por alcanzar una altura media de 92 cm, un alto grado de recortado en la hoja y el nivel de rebrote esperado para este tipo de variedades.

Palabras clave: despuntado, productividad, *Brassica oleracea* L., espigalls

Abstract

Espigall del Garraf (*Brassica oleracea* L.) is a *brotonera* cabbage landrace original from Garraf. It is a type of highly branching cabbage, which does not form cabbagehead and from which the lateral branches (*brotons*) and the immature inflorescences that form on their apex (*espigalls*) are consumed. It is currently little known outside the areas where it has been traditionally grown.

Fundació Miquel Agustí (a research group focused on Catalan traditional agricultural varieties and locale products promotion) together with the Diputació de Barcelona and various regional entities launched, in 2013, the *Espigalls del Garraf. Espais Naturals amb Denominació d'Origen Protegida* (EGEsNat) project in order to promote its cultivation and consumption.

Pinching and periodic harvest are the two main management features of this crop. Pinching consists in cutting the main bud of the plant once it is fully formed. The farmers carry out this practice with the aim of promoting new ramifications formation. Periodic harvest is included in the traditional management practices.

This study has the following aims: (1) to determine pinching effect on *espigall del Garraf* productivity (fresh weight production g per plant), (2) to determine pinching effect on its chemical composition and (3) to make the morphological description of the plant material grown on the study (the 5th generation of *espigall del Garraf* seed obtained from the mass selection and genetic improvement process in EGEsNat project).

Three different treatments were applied to the plants: no pinching plus final single harvest (T1), no pinching plus periodic harvest (T2) and pinching plus periodic harvest (T3). From T2 and T3 comparison it was expected to deduce pinching effects. From T1, to get to know better the natural development of the plant and to consider new crop management practices viability.

Regarding the pinching, it has not been possible to statistically detect any effect on productivity. About the chemical, significant differences have been detected depending on the treatment, but it has not been possible to find a coherent explanation for them.

The single harvest management practice has obtained significantly lower production values compared to the periodic harvest practice.

The plant material used in this study is characterized by reaching an average height of 92 cm, a high leaves curly degree and the expected branching degree for this type of cabbage variety.

Key words: pinching, productivity, *Brassica oleracea* L., *espigalls*



Contingut

1. Introducció	1
1.1. <i>Brassica oleracea</i> L.	1
1.2. Landraces o varietats locals	1
1.2.1. Definició	2
1.2.2. Situació actual	3
1.3. L'espigall del Garraf	3
1.3.1. Descripció de la varietat	3
1.3.2. Característiques de cultiu	5
1.3.3. Projecte EGEsNat	6
1.4. El desullat.....	7
1.5. Característiques de la composició química de les cols	8
2. Objectius.....	11
3. Material i mètodes	12
3.1. Material vegetal	12
3.2. Disseny experimental	12
3.3. Camp experimental.....	13
3.4. Cultiu	16
3.5. Calendari	17
3.6. Presa de dades	17
3.7. Anàlisi química	19
3.8. Anàlisi estadística	19
4. Resultats i discussió	20
5. Conclusions.....	28
6. Propostes per a futures investigacions.....	29
7. Bibliografia	30

Annex I. Fotografies

Annex II. Protocols d'anàlisi químiques

1. Introducció

1.1. *Brassica oleracea* L.

La família de les crucíferes o *Brassicaceae* inclou algunes de les espècies cultivades més importants del món, econòmicament parlant. Entre elles hi trobem les espècies del gènere *Brassica* (cols (*B. oleracea* L.), mostasses (*B. juncea* L., *B. nigra* L....), la colza (*B. napus* L.), naps (*B. rapa* L.), etc) (Al-Shehbaz et al., 2006), que formen part de la dieta bàsica a molts indrets del món (OECD, 2012).

Brassica oleracea L. és l'espècie a la qual pertany la varietat estudiada en aquest treball.

Es tracta d'una espècie amb una gran variabilitat morfològica i que comprèn cultius tan diversos com els bròcolis i coliflors, cols de cabdell, cols de Brussel·les, cols de fulla, cols de tipus kale o els colraves (Haynes, et al., 2018). L'origen de l'espècie no és clar. Diverses hipòtesis situen la seva domesticació o bé en àrees del Mediterrani o del nord-oest d'Europa, a partir d'espècies silvestres de *Brassica* (Maggioni et al., 2017). Pel que fa a la seva gran variabilitat, aquesta sembla ser fruit d'un intens procés d'encreuament entre diferents llinatges cultivats i formes silvestres (Casals, 2012) i la posterior selecció efectuada pels agricultors. El primer grup varietal en aparèixer seria var. *acephala*. A partir d'aquest, i com a resultat de la selecció exercida pels agricultors, van anar apareixent nous grups varietals. Aquesta selecció va ser possible gràcies a la gran variabilitat que presenta l'espècie. La preferència que els agricultors van donar a diferents parts comestibles de les plantes híper-desenvolupades va donar lloc a l'aparició de var. *botrytis* (coliflor), var. *italica* (bròcoli) i var. *gemmífera* (col de Brussel·les) (Casals, 2012) entre d'altres grups. A la Taula 1 es pot veure un resum dels grups més importants de *B. oleracea* i la part de la planta que se'n consumeix.

Taula 1. Principals grups cultivats de *B. oleracea*.

Espècie	Grup	Nom comú	Part comestible
<i>Brassica oleracea</i>	<i>acephala</i>	Col farratgera	Fulles
	<i>capitata capitata</i>	Col de cabdell de fulla llisa	Fulles (capça)
	<i>capitata sabauda</i>	Col de cabdell de fulla arrissada	Fulles (capça)
	<i>costata</i>	Col de grans penques (o "asa de cántaro")	Fulles
	<i>gemmífera</i>	Col de Brussel·les	Gemmes vegetatives
	<i>botrytis botrytis</i>	Coliflor i bròquil	Inflorescència (capça)
	<i>botrytis italica</i>	Bròcoli	Inflorescència (capça)
	<i>gongylodes</i>	Colrave	Tija
	<i>albogabra</i>	Bròquil xinès (o gai lan)	Fulles

Adaptat de Cartea, 2011 i Cartea, 2016

1.2. *Landraces* o varietats locals

Els conceptes de varietat tradicional, local, autòctona i *landrace* són difusos. No m'atreviria a dir que siguin conceptes diferenciats, doncs no he trobat definicions clares de cap per a cap dels mots. Cada autor els fa servir a la seva manera, definint a què es refereixen exactament quan els fan servir. Tots junts, representen un concepte més ampli, poc definit i amb molts

matisos. Cada un dels mots fa referència a una part d'aquest gran concepte, excloent-ne alguns aspectes però solapant-se amb molts altres amb el mot veí.

Com a línies generals podem diferenciar entre varietats locals i varietats tradicionals segons la forma de selecció (Cubero, 2016). Segons Cubero, associaríem varietat local a varietats que tenen un lligam amb la regió on es cultiven i de la qual són pròpies. Són fruit d'un llarg procés de selecció; selecció que va començar abans que es coneguessin amb precisió els mètodes de millora vegetal. Les varietats tradicionals es referirien a varietats produïdes mitjançant processos de selecció plenament conscients, molt més ràpids, amb intenció d'obtenir canvis quantificables en poques generacions, i per consegüent, menys lligades a la regió on van ser seleccionades, però alhora, antigues, amb uns anys de recorregut de cultiu. Les que van ser noves varietats a finals del segle XIX, principis del XX, són considerades ara varietats tradicionals.

Quant al terme *landrace*, és una paraula composta per *land* (terra, terreny, poble) i *race* (raça, classe, tipus), és a dir, l'homòloga anglesa de varietat local. Amb el terme *landrace* passa el mateix que amb el de varietat tradicional, que no hi ha una única definició vàlida. Tot i això, la informació disponible sobre el mot anglès és molt més abundant. Per aquest motiu, el següent apartat sobre la definició del concepte es basa en el mot *landrace*.

1.2.1. Definició

L'any 1908, l'alemany Kurt von Rümker va fer servir per primera vegada el mot *landrace* (von Rümker, 1908). El va crear per referir-se a varietats que es cultiven “des de temps immemorials” a la regió de la qual porten el nom. Segons aquesta primera definició, eren varietats adaptades a les condicions de la seva regió i que no havien patit selecció per part de l'ésser humà (Zeven, 1998). Amb el pas dels anys, i dels avenços en agricultura, la definició del terme ha anat variant i evolucionant. Es tracta de varietats estàtiques o que evolucionen? És rellevant si pateixen selecció? O, de quin tipus de selecció es tracta? I el grau d'adaptació a la regió d'on provenen? I el seu rendiment en aquestes zones? Què passa si es cultiven en un ambient del qual no en són pròpies? Es segueix considerant la mateixa *landrace*? O es modifiquen les seves característiques i passa a ser una altra cosa? A mesura que la comunitat científica ha anat treballant aquestes preguntes, la definició del mot s'ha anat reescrivint, amb enfocaments diferents, segons cada autor. Existeixen treballs (Zeven, 1998; Casañas et al., 2017) on es pot trobar una revisió de diverses definicions emprades al llarg dels anys. Tot i això, sembla que encara no hi ha consens sobre quina és la definició més apropiada del concepte. De la revisió bibliogràfica feta per Casañas et al. (2017) a *Toward an Evolved Concept of Landrace* se'n pot extreure que:

Un *landrace* és una varietat pròpia d'una regió, que evoluciona de forma natural o artificial, sigui per mètodes clàssics de selecció o per mètodes biotecnològics, adaptada a les condicions abiòtiques de les zones on es cultiva i al tipus de sistema agrícola on es produeix. El que diferencia als *landraces* de les varietats emprades globalment és la seva adaptació al medi local i el seu lligam cultural amb la població de la zona on es cultiven, sovint relacionat amb aspectes nutricionals o sensorials del producte.

1.2.2. Situació actual

Segons Negri et al. (2009) els *landrace* estan sent substituïts pel cultiu de noves varietats, d'ús global, més adaptades al tipus d'agricultura d'inputs elevats que predomina actualment. Noves varietats que, a Europa principalment, es troben millor protegides per la legislatura vigent que les varietats locals. Permetre la seva desaparició, no només empobriria les dietes arreu del món, sinó que equivaldria a menysprear tota la diversitat genètica recopilada des dels orígens de l'agricultura. Amb les perspectives de canvi climàtic, el reservori de material genètic que suposen els *landrace*, de ben segur serà necessari per adaptar els nostres cultius a les condicions futures (Negri et al., 2009; Cubero, 2016).

Arran de la necessitat de protegir aquest reservori de gens, s'han impulsat arreu del món estratègies per conservar l'agrodiversitat. Algunes de les estratègies més recurrents han estat la creació de bancs de germoplasma o la creació de programes de re-valorització de varietats locals i tradicionals (Cartea et al., 2016).

Així mateix, existeixen molts estudis sobre casos de conservació *ex situ* i *in situ* de *landraces* (Negri, et al., 2009), però s'ha fet poca recerca dels motius que porten als agricultors a conservar o abandonar una varietat. Segons Riu-Bosoms et al. (2014) la seva conservació depèn de característiques agronòmiques (productivitat, facilitat de propagació), socio-econòmiques (interès comercial, singularitat contra fàcil substitució per una altra varietat) i del seu lligam cultural amb la població (tradició, percepció organolèptica local). Per a un programa de conservació exitós cal identificar quin d'aquests factors estan afectant la seva conservació *in situ*.

1.3. L'espigall del Garraf

L'espigall del Garraf és una varietat local de col brotonera pròpia del Garraf.

Les parts de la planta que s'aprofiten de la col brotonera són les ramificacions laterals (brotons) i les inflorescències immadures que apareixen en aquestes ramificacions (espigalls) (Rull et al., 2017). Es poden collir espigalls i brotons en qualsevol varietat de col, per això, és comú que s'utilitzi el terme col brotonera per parlar de cols de diferents grups varietals (var. *capitata* i *acephala*). Era una pràctica habitual collir els rebrots que apareixien després de collir el cabdell en les cols de la varietat *capitata* (Casals, 2012). Actualment, el cultiu de brotons i espigalls es fa amb varietats de col específicament seleccionades per l'aprofitament dels brots laterals. Tot i tractar-se de varietats poc conegudes, existeixen referències bibliogràfiques de la seva existència fa més de 150 anys, quan, sembla ser, eren varietats més apreciades (Casals, 2012).

1.3.1. Descripció de la varietat

L'espigall del Garraf és una planta altament ramificant que assoleix alçades d'un metre aproximadament. Es caracteritza per les seves fulles de color verd, arrissades i bollades amb una configuració pinnatinèrvia i pinnapartida i el limbe molt poc desenvolupat. No forma cabdell i ramifica des de la base (Rull et al., 2017). Les parts de la planta que es consumeixen, com ja he dit abans, són els brotons i els espigalls.



Figura 1. Planta d'espigall del Garraf.

Els caràcters agromorfològics més apreciats pels agricultors en aquesta varietat són un alt grau de ramificació i un alt nivell d'arissat de la fulla (Rull et al., 2017).

Quant a les característiques organolèptiques d'espigalls i brotons, l'olor i gust intensos, la tendresa i la fermesa i ser dolços i cruixents, són les característiques més apreciades pels consumidors (Rull et al., 2017).

Els brotons comercials solen tenir una llargada d'uns 30 cm i un diàmetre d'1 - 1,5 cm aproximadament. Es cullen amb una mitjana de 3 o 4 fulles, a més a més de l'ull.



Figura 2. Brotons comercials.

Pel que fa als espigalls, són una mica més prims. També presenten algunes fulles recobrint o no la inflorescència. Aquesta, sol ser molt agrupada i de color verd fort o verd-grogós, en alguns casos. A l'Annex I es pot veure una fotografia de l'aparició de la inflorescència en l'àpex del brot.



Figura 3. Espigalls comercials.



Figura 4. Espigall no comercial.
Inflorescència massa desenvolupada.

1.3.2. Característiques de cultiu

L'espigall del Garraf té un cicle de cultiu anual i molt llarg (uns 270 dies). Es sembra des del 15 de maig (Sant Isidre) fins a finals de juliol. Les plàntules es trasplanten al camp al cap d'un mes, mes i mig de la sembra i no és fins a principis d'octubre que es cullen els primers brotons. L'època de collita, depenent de l'any, pot durar fins a mitjans de març (Sant Josep) (Simó et al., 2014) Sol ser necessari aplicar reg de suport durant la implantació del cultiu i durant la restadel cicle de cultiu en depenent de les condicions metereològiques.

El seu cultiu es caracteritza per una collita periòdica i per la pràctica del desullat.

El nombre de collites al més depèn de la intensitat de cada collita. Fent collites exhaustiva es pot collir un parell de vegades al més. Fent collites més lleugeres, tallant només 1 o 2 brots per planta, o cap, si no en té de mida comercial, es pot passar a collir més d'un cop per setmana. El que és important, és collir només brots que han assolit una mida comercial i considerar que contra més exhaustiva sigui la collita més trigarà la planta a tornar a tenir brots comercials.

Quant al desullat, és una pràctica de maneig que consisteix en tallar el brot principal. Es practica amb la intenció de trencar la dominància apical i promoure el desenvolupament dels brots laterals (Casals, 2012). Quan es cullen els brots es segueix el mateix principi, tallar l'apex de la ramificació deixant una part del brot a la planta, on es formaran nous brotons i espigalls a partir de les seves gemmes axil·lars.

El desullat es realitza normalment dos mesos després de la plantació (Simó et al., 2014). Tot i això, alguns agricultors tenen també en consideració l'alçada assolida per les plantes a l'hora de fixar el moment del desullat.

1.3.3. Projecte EGEsNat

Espigalls del Garraf. Espais Naturals amb Denominació d'Origen Protegida (EGEsNat) és un projecte impulsat per la Fundació Miquel Agustí (FMA) i la Diputació de Barcelona que neix l'any 2013. El seu objectiu és dinamitzar l'agricultura al Parc Natural (PN) del Garraf gràcies a la recuperació de la varietat local de l'espigall del Garraf.

La FMA és un equip de recerca en el camp del sector agroalimentari. Les seves actuacions comprenen diverses àrees de treball (millora genètica, anàlisi sensorial, conservació de la biodiversitat cultivada, recuperació de l'agricultura en espais naturals, transferència tecnològica i divulgació científica, entre d'altres) amb la finalitat d'impulsar la recerca en varietats agrícoles tradicionals catalanes i promoure els productes autòctons.

Gràcies a la feina realitzada en l'entorn de la recuperació de varietats tradicionals catalanes, la FMA va poder conèixer l'espigall del Garraf i la seva realitat: la dedicació dels pagesos que encara la cultivaven, el seu desig de tornar a popularitzar una verdura que antigament havia estat tan apreciada (Casals, 2012), la gran variabilitat inter i intrapoblacional del material genètic que conservaven... (Rull et al., 2017), així com les activitats realitzades per promoure'n el seu consum. Per exemple, abans de la posada en marxa d'EGEsNat, es van publicar diverses receptes d'espigall al llibre *Cuines de Vilanova*, de Pere Tapias (2003) i una breu descripció de la varietat i el seu consum al llibre *Productes de la Terra* (Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura Ramaderia i Pesca, 2003).

Aquesta situació va suposar el punt de partida del projecte EGEsNat l'any 2013.

El projecte va superar la seva primera fase de 4 anys de duració (2013-2016) assolint els objectius marcats, entre els quals destaquen:

- La creació d'una associació de productors d'espigall (Associació Espigalls del Garraf)
- L'obtenció d'una nova varietat d'espigall amb les característiques morfoagronòmiques de la varietat tradicional però amb una major homogeneïtat i major rendiment, i
- L'avaluació de les possibilitats de recuperació agrícola del PN del Garraf

Actualment, el projecte es troba en una segona fase, també de 4 anys de durada (2017-2020), enfocada en el manteniment de la varietat, la descripció objectiva del vincle producte-territori, la divulgació i la dinamització del sector productiu.

L'èxit del projecte recau en la coordinació d'esforços de moltes entitats que, a nivell comarcal, treballen per fomentar el consum local i de proximitat, la dinamització agrícola de la comarca del Garraf, inclòs el PN, i en la cerca del punt de confluència entre els interessos d'agricultors i consumidors.

En el cas de la millora de la varietat, els progressos es deuen a escoltar totes les parts i buscar l'idiotip que més s'adapti als interessos de totes elles.

1.4. El desullat

Els pagesos parlen de desullar quan es refereixen a eliminar el brot apical, l'ull, de la planta de l'espigall. A la Figura 5 es pot veure com es realitza el tall del desullat. A la Figura 6 es pot veure l'ull de diverses plantes després del desullat. L'ull es consumeix de la mateixa manera que espigalls i brotons. Es pot veure que són més compactes i gruixuts que els espigalls.



Figura 5. Desullat.



Figura 6. Diversitat en la mida i forma dels ulls.

Segons el diccionari de la llengua catalana de l'Institut d'Estudis Catalans, la definició de desullar és *trençar l'ull (d'una agulla o altre instrument)*. Aquesta no es correspon amb l'ús que nosaltres en farem. Podríem considerar *escapçar* com una paraula equivalent a desullar. En aquest cas la definició del diccionari sí que en correspon: *tallar o llevar el cap o l'extrem superior (d'alguna cosa), tallar-ne les puntes*.

Els pagesos realitzen aquesta pràctica per afavorir el desenvolupament de les gemmes axil·lars. És a dir, per estimular la planta a produir més brotons i més vigorosos.

Segons el tractat sobre *Fisiologia vegetal* de J. Barceló Coll et al (1988), el creixement de les plantes està regulat per molts factors, tant interns com externs. Dins dels factors externs hi podem trobar tot allò del medi que interactua amb la planta, des de la temperatura fins a la concentració disponible de nutrients. Quant als factors interns, els encarregats de regular el creixement són les substàncies reguladores, incloent-hi hormones vegetals (auxines, gibberel·lines, citoquinines, etilè i àcid abscísic, entre d'altres) i multitud de substàncies inhibidores.

En una planta, es donen creixements de diferents tipus: creixement del sistema radicular, creixement vegetatiu, fructificació, elongació, engruiximent o lignificació de les tiges, etc. Aquestes formes de creixement no són independents, estan lligades entre elles en el que es coneix com a correlacions de creixement. Una d'aquestes correlacions és la dominància apical.

La dominància apical és la inhibició del desenvolupament de les gemmes axil·lars degut a la presència de la gemma apical. Actualment, després de nombroses investigacions, se sap que

aquest fenomen es deu a l'actuació de les auxines i les citoquinines. La seva concentració, la seva interacció i la seva presència, tant en gemmes axil·lars com en la gemma apical, estan relacionades amb l'aparició de la dominància apical. Pel que fa a com es regula exactament aquest fenomen, existeixen diverses hipòtesis però encara no se sap amb certesa com es produeix.

A més a més, es tracta d'un fenomen que no es dona per igual en totes les espècies. Hi ha plantes que de forma natural tendeixen a ramificar, a desenvolupar més les gemmes axil·lars, que d'altres.

S'ha comprovat que es pot contrarestar la dominància apical innata de les plantes tan eliminant la gemma apical com aplicant reguladors del creixement (Ali i Fletch, 1971).

Per tant, tenint en compte aquest coneixement, tot sembla assenyalar que el desullat és una forma de maneig correcte per estimular el desenvolupament de les gemmes axil·lars de l'espigall, augmentar-ne així la productivitat.

Encara que la dominància apical no s'hagi estudiat encara en l'espigall del Garraf, sí que se n'han fet estudis en cultivars de bròcoli.

Segons Pressman et al. (1985), el fet d'escapçar les plantes de bròcoli fa augmentar el nombre de ramificacions de les plantes i enredereix la formació del botó floral i, per tant, la collita. A més a més, només escapçant en estadis primerencs s'aconsegueix un augment de la producció.

Takahashi i Sasaki (2019) van fer un estudi relacionant la productivitat amb el grau de ramificació de diferents varietats de bròcoli. La seva investigació indica que la producció total és la mateixa, indiferentment del grau de ramificació. Van trobar que el pes del botó floral era menor en varietats amb moltes ramificacions. Així, el pes total de la producció en totes les varietats, era equivalent, independentment del grau de ramificació.

Aquestes experiències són una bona referència per enfocar el nostre treball. El fet que el desullat faci augmentar la ramificació no implica que també augmenti la producció. Això només es podrà determinar en les dades de producció total.

1.5. Característiques de la composició química de les cols

La composició nutricional bàsica de les cols es caracteritza per un alt contingut en aigua i fibra i una baixa aportació calòrica (Sanzana, 2010). A més a més, els vegetals del gènere *Brassica*, tenen un contingut relativament alt en fibra i proteïnes comparats amb altres vegetals d'humitat similar (Rosa, 1999).

A la bibliografia podem trobar valors dels aspectes nutricionals de diverses varietats de col i de les diferents parts de la planta que es consumeixen. Les diferències entre ells són tan grans que no hem pogut assignar uns valors generals per a la composició química de la col.

A la

Taula 2 podem observar les dades nutricionals bàsiques de la col verda, la col de cabdell i de l'espigall. Veiem les notables diferències entra varietats abans esmentades.

Taula 2. Composició nutricional bàsica de la col (g per 100g de teixit fresc, fracció comestible).

Varietat	Aigua ₁	Compostos nitrogenats ₁	Hidrats de carboni ₁	Greixos ₁	Fibra bruta ₁	Contingut energètic ₂ (kcal)
Col verda	82,7	6,0	7,5	0,9	-	23-35
Col de cabdell	92,4	1,3	4,6	0,2	0,8	-
Espigall del Garraf ₃	85,7	3,5	3,5	0,5	5,5	30

₁ Font: Belitz i Grosch, 1997; ₂ Font: Sanzana, 2010; ₃ Totes les dades de l'espigall del Garraf s'han extret d'estudis nutricionals realitzats en 2017 per la FMA (Simó et al., 2017).

Quant a micronutrients, les cols presenten un alt contingut en folat (forma precursora de la vitamina B) (Sanzana, 2010) i són una bona font de minerals, especialment potassi i calci (Rosa, 1999). Sobretot, però, destaquen per la presència de nombrosos metabòlits secundaris amb propietats antioxidants com ara els glucosinolats (considerats en part responsables del gust de les bràssiques), els flavonoids, la vitamina C (Sanzana, 2010) o els carotenoids (Rosa, 1999), considerats eficaços en la prevenció de malalties relacionades amb l'estrès oxidatiu i l'envelliment, com ara el càncer o les malalties cardiovasculars (Huang et al., 2005; Abdull i Noor, 2013; Kashyap et al., 2019)

Les cols, tot i ser considerades font d'antioxidants, en tenen un contingut molt variable, tant quant a concentració com a composició. El seu contingut depèn de la varietat de col, de la part de la planta, del punt de maduració en el que es cull i del tipus de fertilització aplicat al cultiu entre d'altres. A més a més, els tractaments post collita i les pràctiques culinàries a les quals els vegetals són sotmesos també afecten a la seva disponibilitat. A tots aquests factors hi hem de sumar l'existència de diverses tècniques d'extracció d'antioxidants i diversos mètodes per a mesurar la seva activitat. Això suposa que, tot i haver-hi nombrosos estudis sobre l'activitat antioxidant de les bràssiques, la comparació dels resultats és complicada (Soengas et al., 2011).

Aquestes tècniques de l'anàlisi de l'activitat antioxidant són complexes i no són l'objectiu d'aquest treball. La FMA, que ha realitzat estudis nutricionals de l'espigall, sí que ha profunditzat en aquests aspectes. Ha caracteritzat el seu contingut d'antioxidants i fenols i ha estudiat l'efecte dels mètodes de cocció sobre la seva preservació (Simó et al., 2017).

Per a aquest treball només s'han realitzat anàlisis químiques del aspectes nutricionals més bàsics i que poden afectar a les propietats organolèptiques del producte: humitat, pH, sòlids solubles i cendres.

Martínez et al. (2010) va fer un estudi analitzant, entre d'altres, els mateixos paràmetres que nosaltres estudiarem. A la

Taula 3 es poden veure els resultats que va obtenir per a la col gallega i la col de cabdell juntament amb dades de l'espigall del Garraf obtingudes per la FMA. Veiem que l'espigall presenta uns valors intermedis d'humitat i cendres respecte les altres dues varietats

Taula 3. Valors dels paràmetres humitat, °Brix, pH i cendres en diferents varietats de col.

Varietat	Part comestible	Humitat (%)	°Brix	pH	Cendres (g/100g PF)
Col gallega	Fulles	76.09 ± 0.40	13.47 ± 0.29	6.39 ± 0.02	2.48 ± 0.23
	Tiges	84,74 ± 0.56	7.70 ± 0.44	6.31 ± 0.01	2.09 ± 0.01
	Conjunt	81,90 ± 0,35	11.17 ± 1.77	6.34 ± 0.01	2.13 ± 0.25
Col de cabdell blanca	Cabdell	88.06 ± 0.34	8.57 ± 1.55	6.39 ± 0.31	0.72 ± 0.02
Espigall del garraf	Brots	85,7	-	-	1.34

Adaptat de Martínez et al. (2010) i Simó et al.(2017)

2. Objectius

Ens plantegem com a objectiu principal d'aquest treball:

- Determinar l'efecte del desullat sobre la productivitat (g de producció en pes fresc per planta) de l'espigall del Garraf.

Així mateix, ens proposem abordar la repercussió del desullat sobre els paràmetres nutricionals bàsics de la mateixa varietat. Per això ens plantegem un segon objectiu que és:

- Determinar l'efecte del desullat sobre la composició nutricional bàsica de l'espigall del Garraf.

Per últim, aprofitant que aquest estudi es realitzarà amb una llavor nova, fruit del programa de selecció del projecte EGEsNat, ens proposem també:

- Fer la descripció morfològica preliminar del material genètic emprat en l'estudi.

3. Material i mètodes

3.1. Material vegetal

El material vegetal emprat en l'experiment correspon a la 5a generació de llavor d'Espigall del Garraf fruit del procés de selecció massal del programa de selecció i millora del projecte EGEsNat.

3.2. Disseny experimental

S'ha preparat un assaig considerant diferents tractaments de maneig pel que fa al desullat (desullat si/desullat no) i la collita (collita periòdica/única collita final). Combinant aquestes variables s'han definit tres tractaments,

T1: no desullar i única collita final.

T2: no desullar i collita periòdica.

T3: desullar i collita periòdica.

Reg, fertilització i tractaments fitosanitaris s'han mantingut constants per tots els grups i adequats al cultiu de l'espigall.

La comparació entre la producció de T2 i T3 (tots dos amb collita periòdica) ens ha de demostrar com afecta el desullat a la productivitat (g de producció en pes fresc per planta) en una situació de cultiu equivalent a la que creen els pagesos. A T1, al no collir periòdicament ni desullar, veurem com és el desenvolupament natural de la planta. L'objectiu d'aquest grup és merament científic. Conèixer com es comporta la planta en una situació a la qual no és sotmesa habitualment i plantejar la viabilitat de noves formes de maneig d'aquesta varietat. En concret, conèixer si fer una única collita podria ser rentable pels agricultors. Conèixer quins nivells de producció total s'obtenen amb aquesta forma de maneig.

A l'Annex I es poden veure imatges de plantes sotmeses a collites periòdiques i plantes sotmeses a T1.

El cultiu s'ha dut a terme amb 111 plantes que s'han repartit en tres blocs de 37 plantes. Cada bloc s'ha dividit en 3 grups (dos de 12 plantes i un de 13) i a cada grup se li ha assignat de forma aleatòria un dels tractaments proposats. Així s'han obtingut tres repeticions de cada tractament repartides per tot el camp amb un total de 37 plantes per a cada tractament.

A la Figura 7 es pot veure quina va ser la distribució definitiva dels tractaments, sent T1 (verd), T2 (taronja), T3 (blau) el tipus de tractament i el número de després del punt, el bloc o repetició del tractament (1, 2 o 3).

Per tal de determinar si el desullat té algun efecte sobre la composició nutricional bàsica de l'espigall, s'han pres mostres de la collita en tres moments clau del cultiu,

M1: just abans del desullat

M2: pas de brotó a espigall

M3: final de collita

I se n'ha analitzat matèria seca, cendres, sòlids solubles i pH.

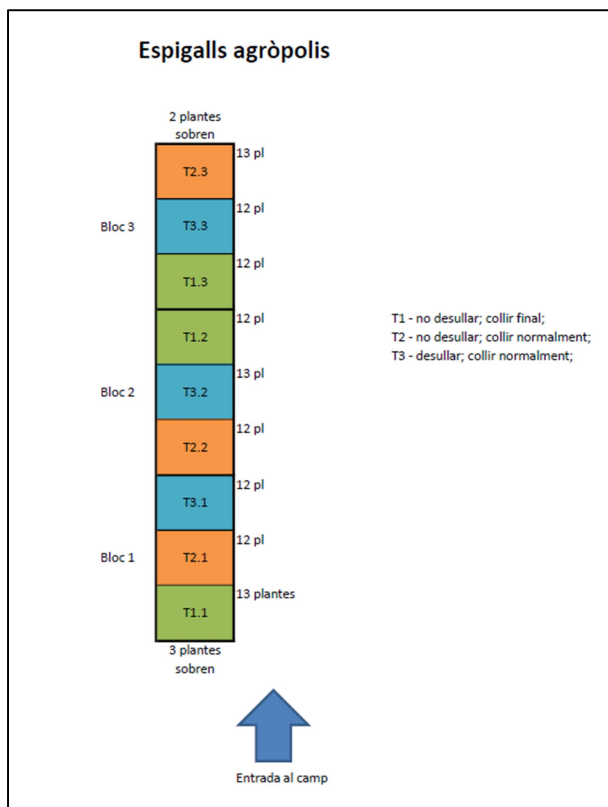


Figura 7. Distribució dels tractaments al camp.

Per fer la descripció morfològica de la varietat s'ha mesurat alçada, grau de rebrot, grau de retallat de la fulla i color de totes les plantes abans del moment del desullat

3.3. Camp experimental

Localització

La part experimental d'aquest treball s'ha dut a terme al Parc UPC - Agròpolis. Es tracta d'una unitat científicotècnica dedicada a la recerca i la docència en els àmbits d'enginyeria agroalimentària, biotecnològica i del medi ambient i del paisatge.

Està situada al terme municipal de Viladecans (Baix Llobregat, Catalunya), al Camí de les Filipines 110. Coordenades 41°17'20.5"N 2°02'38.0"E (Figura 8).

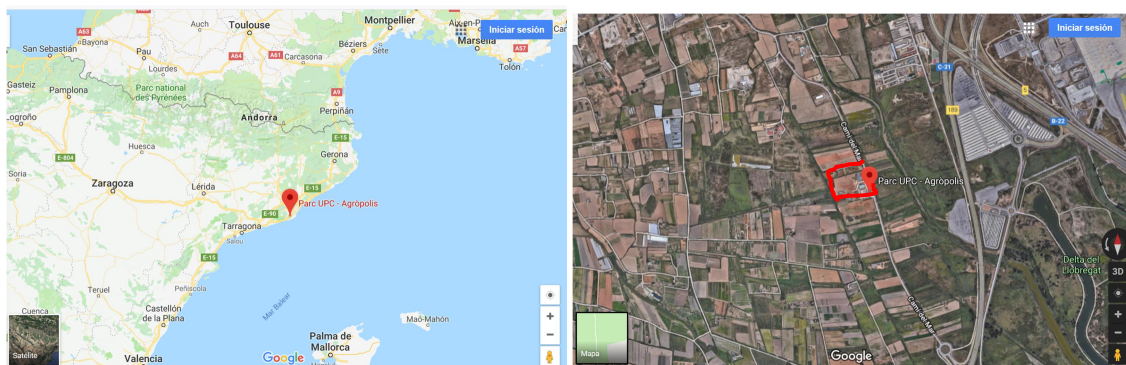


Figura 8. Localització del camp experimental Parc UPC – Agròpolis.
Font: Google Maps

Característiques del sòl

El sòl d'Agròpolis és un sòl calcari, de textura franco-argilosa. Té un contingut de matèria orgànica mitjà (1,63% sobre matèria seca) i no presenta problemes de conductivitat. En algunes zones presenta problemes de drenatge.

Aquestes dades s'han extret dels anàlisis de sòl rutinaris que es realitzen a Agròpolis per l'empresa externa Eurofins. Ens han estat facilitades pel tècnic agrícola del camp.

Condicions meteorològiques

Durant el cicle de cultiu s'han donat unes condicions meteorològiques, sobretot pel que fa a les precipitacions, que semblen haver afectat al desenvolupament normal de les plantes.

A la Figura 9 es poden veure les normals climàtiques per al període 2007-2016 de l'estació meteorològica de Viladecans, l'estació disponible més propera a la zona del cultiu. Presenten una distribució de clima mediterrani amb les precipitacions més abundants a la tardor i a la primavera.

A la Figura 10 veiem una comparació entre les precipitacions mensuals normals presentades a la Figura 9 i les precipitacions mensuals recollides durant el cicle de cultiu en la mateixa estació meteorològica. Podem observar que en els mesos d'agost, octubre i novembre les precipitacions d'aquest any sobrepassen amb escreix els valors normals. A més a més, sobretot durant els mesos d'agost i novembre, ens trobem que gran part de les precipitacions es concentren en un sol dia (72,4 mm registrats el 31/08/2018 i 113,3 mm el 15/11/2018, respectivament el 87% de la precipitació a l'agost i el 65% al novembre). Durant el mes d'octubre, tot i les precipitacions ser també extraordinàriament abundants, la pluja queda més repartida durant tot el mes. Cal destacar també els mesos de juliol, desembre i febrer, on les precipitacions són anormalment baixes. Els registres de pluja pel mes de febrer de 2019 són de 0,4 mm, quan normalment rondan els 38 mm.

En resum, ens trobem amb una situació anòmla de pluges puntuals molt fortes, que aporten més aigua del que és habitual en aquesta zona, combinada amb episodis també anòmals d'absència de pluges.

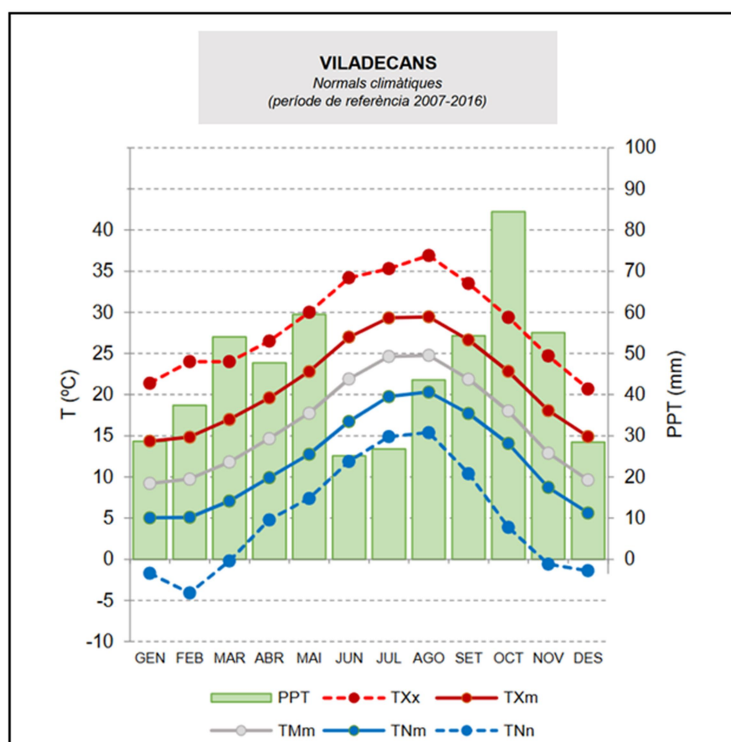


Figura 9. Normals climàtiques de Viladecans.
Font: Meteocat

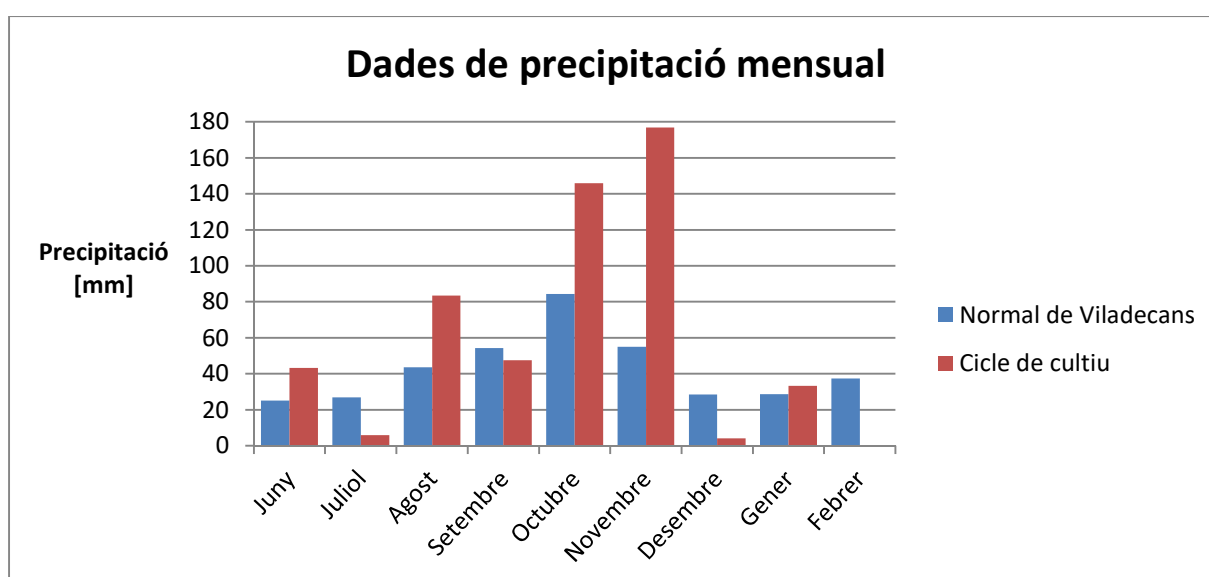


Figura 10. Comparació precipitació normal – precipitació durant el cultiu.
Dades extretes de Meteocat. Font pròpia

Distribució desigual de l'aigua al camp

Al camp d'Agròpolis, l'aigua no es distribueix uniformement. En algunes de zones del camp, incloent-hi part del cultiu experimental, s'hi acumula més aigua que en d'altres. No se sap amb certesa perquè. La textura del sòl franco-argilosa, un lleuger desnivell al camp, la compactació del sol produïda per la maquinària o una combinació d'aquests factors hi pot estar al darrere.

Aquesta distribució poc uniforme de l'aigua junt amb l'excés de pluja durant el cicle de cultiu, ha propiciat l'entollament d'algunes parts del camp on el drenatge no és suficient.

Una part del nostre cultiu experimental estava situada en aquestes zones més propenses a l'acumulació d'aigua. Degut a asfíxia radicular, les plantes d'aquestes zones no es van poder desenvolupar de forma normal i per tant van quedar excloses de l'estudi.

A l'Annex I es poden veure fotografies de les plantes afectades per asfíxia radicular en aquestes zones del camp.

3.4. Cultiu

Marc de plantació

El cultiu s'ha dut a terme en un marc de plantació al portell d'1 x 1 metres, és a dir, distància entre files d'un metre i distància entre plantes, dins de cada fila, d'un metre també però fent coincidir les plantes d'una fila amb els espais de la del costat.

A la Figura 11 es pot veure l'esquema del marc de plantació.

Preparació del camp

Abans del cultiu es va realitzar un adobat en verd amb veça-avena. Es va incorporar l'adob en verd al sòl amb l'objectiu d'aportar estructura i matèria orgànica.

Com a font de nitrogen es va aplicar fem d'ovella (80 UFN /ha).

Reg

Es va instal·lar un sistema de reg per degoteig amb dues cintes de reg per metre quadrat que subministraven $6 \text{ L} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$.

El reg només va ser necessari durant la implantació del cultiu. Els mesos de setembre i octubre es va encendre el reg durant una hora dos cops per setmana.

Durant la resta del cultiu, amb les plantes ben desenvolupades i la disponibilitat excepcional d'aigua de pluja, no va ser necessari aplicar més reg.

A l'esquema de Figura 11 es mostra també la distribució del reg.

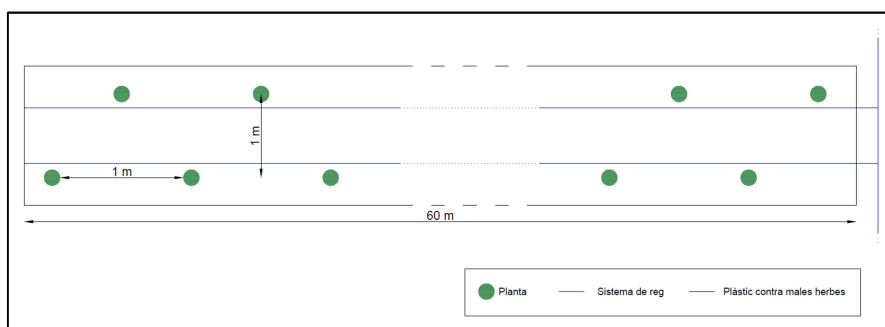


Figura 11. Esquema del marc de plantació i del sistema de reg.

Protecció del cultiu

Per controlar les males herbes, es va instal·lar un encoixinat de plàstic negre microperforat d'1m d'ample i 120 galgues de gruix abans de plantar els espigalls.

El cultiu es va realitzar dins d'una gàbia de malla contra ocells per tal de protegir les plantes, sobretot quan són joves, de l'atac d'ocells i porcs senglars.

Després de les fortes pluges al novembre va aparèixer una plaga de caragols. Per controlar-los va ser necessari aplicar el mol·lusquicida *Caraquim* (principi actiu: metaldehid). Es va aplicar només una vegada, a les vores de l'encoixinat.

Pel que fa als insectes, va ser necessari aplicar productes per controlar l'activitat de l'eruga de la col i del pugó. Per controlar l'eruga es van fer 4 aplicacions d'insecticida, alternant *Spintor* (spinosad) i *Altacor* (clorantraniliprol), entre els mesos de setembre i novembre. Pel que fa al pugó, es van realitzar dues aplicacions, una de *Fury* (cipermitrina) i una de *Movento* (spirotetramat), al desembre i al gener, respectivament. A tots els tractaments es va fer servir *Nufilm* com a mullant.

3.5. Calendari

A continuació, a la Figura 12, podem veure el calendari del cultiu experimental, amb les dates de sembra, plantació, collita i desullat. També s'ha senyalat la data dels tres moments (M1, M2 i M3) on es van prendre mostres per fer l'anàlisi química.

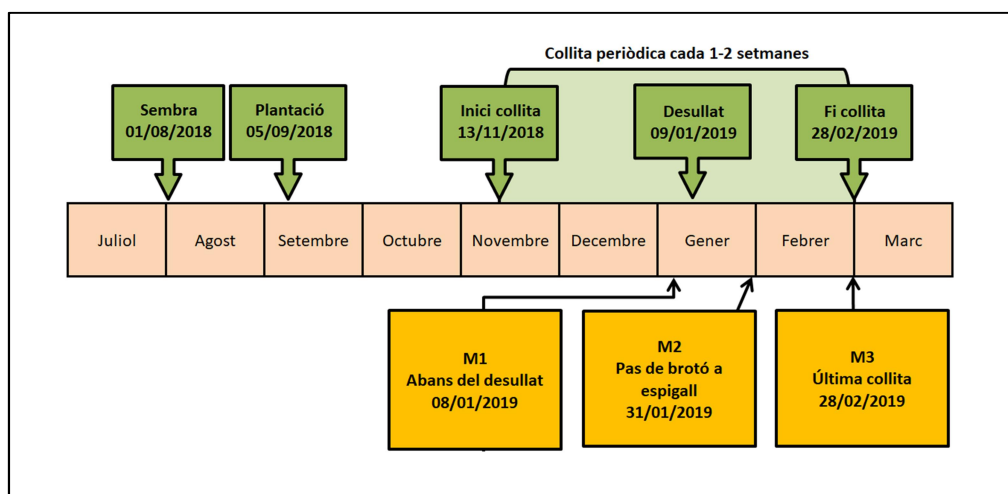


Figura 12. Calendari del cultiu experimental.

3.6. Presa de dades

Estudi agronòmic

Per a l'estudi de producció es van prendre dades de nombre de brots i de pes total de collita per cada planta individual diferenciant entre brotons i espigalls. A més a més es va calcular el

pes mitjà de cada brot. Aquestes tres variables han sigut les considerades a l'hora d'estudiar la producció de les plantes.

El pes de la collita s'ha mesurat amb una balança de 1 decimal de precisió.

A l'hora de collir, s'ha considerat que els brots haguessin assolit una mida comercial i que les ramificacions fossin prou grans per produir nous brots. És a dir, que al collir el brotó comercial (àpex més 3-4 fulles), per sota del tall, quedessin al brot lateral una o dues gemmes axil·lars amb potencial per formar nous brots.

S'ha considerat espigall aquells brots amb el botó floral prou desenvolupat com per apreciar-lo a simple vista i sense haver de separar les fulles que l'envolten per poder-lo identificar. Igual que amb els brotons, s'han collit quan han assolit una mida comercial, agafant el botó floral més 3 o 4 fulles.

Estudi morfològic

Per fer la descripció morfològica de la varietat es van prendre dades de:

- Alçada de la planta. S'ha mesurat amb un metre des del nivell del terra fins al punt més alt de la planta.
- Grau d'arissat de la fulla. Se li ha assignat a cada planta un número del 0 a 4, sent el 0 indicador del grau mínim d'arissat i el 4 del grau màxim. A la Figura 13 es pot veure la imatge de les fulles que es van fer servir de referència per assignar el grau d'arissat a les plantes. A la cantonada inferior de cada imatge es pot veure el grau d'arissat al que correspon.
- Grau de rebrot. Se li ha assignat a cada planta un número del 0 al 2, representa 0 les plantes amb pocs rebrots, rebrots dèbils o amb predominança excessiva de l'ull, 1 les plantes amb un grau de rebrot normal i 2 les plantes amb un grau de rebrot excepcionalment alt.
- Color de la fulla. Es van establir tres categories de color: verd, verd-groguenc i verd-grisos. A cada planta se li va assignar una categoria segons la percepció de l'observador.

Les dades de la descripció morfològica es van recollir el dia del desullat.

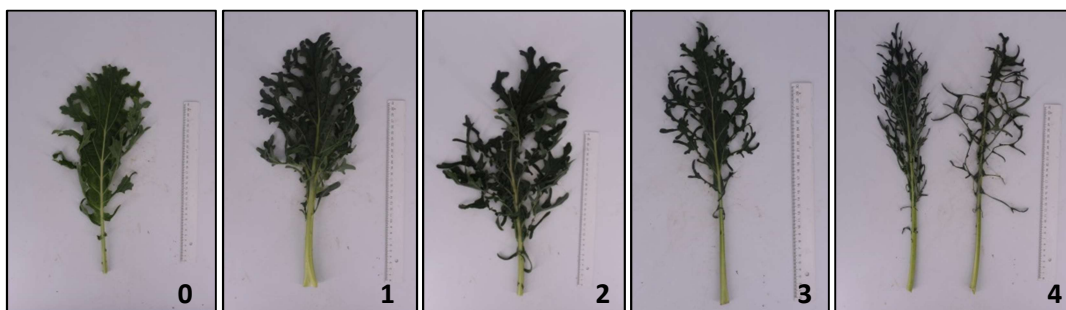


Figura 13. Imatges de les fulles de referència per assignar el grau d'arissat.

Estudi químic

Per a l'anàlisi de la composició nutricional de l'espigall, es van prendre mostres de la collita en M1, M2 i M3.

Es va processar una mostra per cada tractament. Es va tenir cura que fos representativa de tots els blocs del cultiu.

L'anàlisi química no es va realitzar immediatament després de la collita. Per conservar les mostres, es van triturar i congelar en nitrogen líquid i es van guardar en una cambra refrigerada a -20°C fins al moment de l'anàlisi.

Per un error en el procés de mostreig, es van perdre les dades del T1 en el M1 i per tant, no van estar disponibles ni en fer la caracterització química ni en l'anàlisi de l'efecte del desullat sobre la composició dels brots.

3.7. Anàlisi química

Es van realitzar les anàlisis químiques dels següents paràmetres:

- pH.
- Sòlids solubles totals (expressats en °Brix).
- Matèria seca.
- Cendres.

A l'Annex II s'adjunten els protocols seguits per fer les anàlisis.

Totes les mesures de pes requerides per a l'anàlisi química s'han realitzat amb una balança de 4 decimals de precisió

A l'Annex I s'inclou un recull de fotografies tant de la presa de dades al camp, com del processat de les mostres i algunes passes de les anàlisis químiques.

3.8. Anàlisi estadística

L'anàlisi estadística de les dades s'ha realitzat amb el programari lliure RStudio i amb Excel.

Per determinar si hi havia diferències significatives en les diferents variables segons els factor estudiat es va dur a terme tests d'anàlisi de la variància (ANOVA) i la comparació de mitjanes mitjançant el test de la diferència dels mínims quadrats (LSD).

Tots els càlculs estadístics s'han realitzat amb un nivell de confiança del 95%.

A les taules dels resultats de l'ANOVA s'han indicat els P-valors i els nivells de significació seguint aquest codi: ' *** ' < 0.001 < ' ** ' < 0.01 < ' * ' < 0.05 < ' ' (diferència no significant).

4. Resultats i discussió

Efecte del tractament sobre la producció

A l'estudiar l'efecte del tractament sobre la producció del cicle complet, les plantes que degut a l'asfíxia radicular no es van poder desenvolupar amb normalitat, han quedat excloses en aquesta part de l'anàlisi.

A les següents taules (Taula 4, Taula 5 i Taula 6) podem veure els resums de producció total del cicle de cultiu, sense diferenciar entre brotons i espigalls. Les taules corresponen a les dades de T1, T2 i T3 respectivament.

Podem observar que les dades de producció de T2 i T3 són similars mentre que les de T1 són notablement més baixes. Tot i això, els valors mitjans de les tres variables són lleugerament més alts en T3 (amb desullat) que en T2 (sense desullat).

També cal destacar el valor del coeficient de variació. En T1 hi trobem uns valors molt més alts que en T2 o en T3, que es mantenen sorprenentment parells. Això ens indica que la producció en les plantes de T1 ha estat molt més variable que a les de T2 o T3, on s'ha mantingut més constant.

Taula 4. Resum de dades de producció del T1 (D.E.: desviació estàndard, CV: coeficient de variació).

Caràcter	Mitjana	±D.E.	Mínim	Màxim	CV
Núm. brots	31.3	12.9	4	54	41.3
Pes total (g)	878.7	494.0	58.2	1967.6	56.2
Pes (g) per brot	27.1	10.3	10.7	57.6	37.8

Taula 5. Resum de dades de producció del T2 (D.E.: desviació estàndard, CV: coeficient de variació).

Caràcter	Mitjana	±D.E.	Mínim	Màxim	CV
Núm. brots	62.2	19.1	32	111	30.7
Pes total (g)	1448.4	366.1	799.5	2079.1	25.3
Pes (g) per brot	23.9	4.1	18.8	31.3	17.2

Taula 6. Resum de dades de producció del T3 (D.E.: desviació estàndard, CV: coeficient de variació).

Caràcter	Mitjana	±D.E.	Mínim	Màxim	CV
Núm. brots	64.1	19.4	27	104	30.3
Pes total (g)	1612.7	406.1	807.9	2716.0	25.2
Pes (g) per brot	25.9	4.7	18.3	38.3	18.0

A la Taula 7 es mostren els resultats de l'ANOVA de les variables de producció amb les dades de producció de collita total, d'espigalls i de brotons.

Taula 7. Resultats de l'ANOVA de les variables de producció per al factor tractament amb les dades de producció de collita total, d'espigalls i de brotons. P-valors i nivells de significació.

Dades	Factor	Núm. brots	Pes total	Pes per brot
Collita total	Tractament	4.478 e-10 ***	1.269 e-8 ***	0.2171
Brotons	Tractament	0.56	0.09524	0.06678
Espigalls	Tractament	7.45 e-4 ***	4.847 e-6 ***	0.08

A la Taula 8 es mostra el resum de la comparació de mitjanes per a les tres variables de producció segons el tractament. Els valors associats a una mateixa lletra no presenten diferències significatives segons el test de la diferència dels mínims quadrats (LSD) ($p \leq 0,05$).

Podem veure que entre T2 i T3 no es detecten diferències significatives per a cap de les variables estudiades, tal com deixaven entreveure els resums de les taules anteriors.

Taula 8. Comparació de mitjanes de les dades de producció segons tractament. Valors seguits de la mateixa lletra no són estadísticament diferents ($p \leq 0,05$).

Tractament	Núm. brots		Pes total (g)		Pes (g) per brot	
T1	31.3	b	878.7	b	27.1	a
T2	62.2	a	1448.4	a	23.9	a
T3	64.1	a	1612.7	a	25.9	a

Evolució de l'efecte del tractament sobre la producció al llarg del cicle

Per a cada data de collita s'ha comparat la mitjana de les dades de producció per planta de cada tractament. Estadísticament només s'han detectat diferències significatives entre els tractaments en tres dates.

En els gràfics a continuació (Figura 14, Figura 15 i Figura 16) es pot veure com ha evolucionat cada una de les variables de producció estudiades. S'indica amb un requadre vermell les situacions on s'han detectat diferències significatives per l'ANOVA i el test de comparació de mitjanes. La línia verda que creua cada un dels gràfics marca el moment del desullat (09/01/2019).

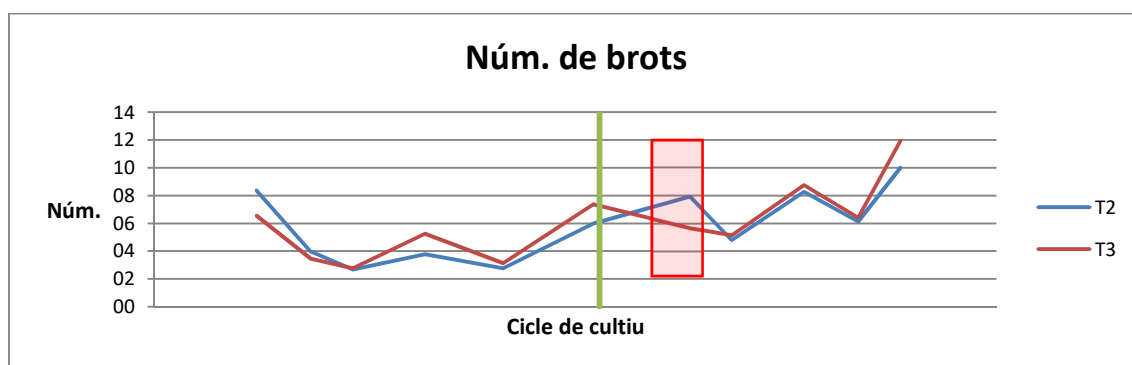


Figura 14. Evolució del núm. de brots per planta al llarg del cicle de cultiu segons el tractament

En la Figura 14, es pot veure l'evolució del número de brots per planta al llarg del cicle de cultiu. El requadre vermell correspon a la collita del 24/01, just la primera collita després del desullat. Podem veure que abans d'aquest moment la tendència dels dos tractaments és bastant similar. Just després del desullat, la producció de T3 (tractament amb desullat) disminueix significativament respecte a la de T2.

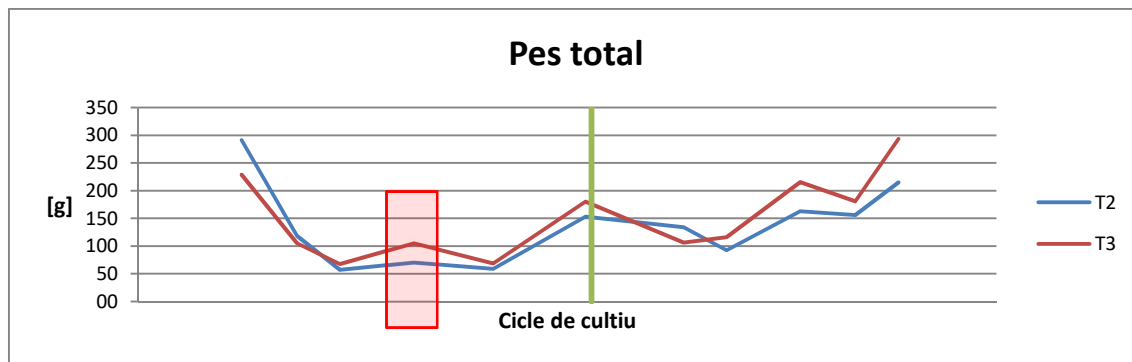


Figura 15. Evolució del pes total de producció per collita i planta al llarg del cicle de cultiu segons el tractament

En la Figura 15 es mostra l'evolució del pes total per collita i planta al llarg del cicle de cultiu. En aquest cas, sembla que els dos tractaments segueixen la mateixa tendència durant tot el cicle de cultiu. Només s'han detectat diferències significatives en la collita de l'11/12/2018. Encara que no són estadísticament diferents, cap al final del cicle, en les tres últimes collites, el pes total de la producció de T3 és lleugerament superior al de T2.

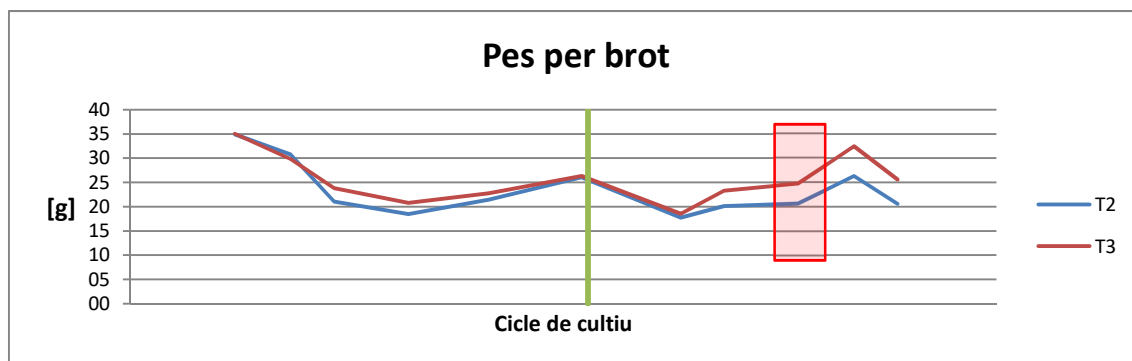


Figura 16. Evolució del pes per brot al llarg del cicle de cultiu segons el tractament

Per últim, a la Figura 16 observem l'evolució del pes per brot al llarg del cicle de cultiu i segons el tractament. Igual que en els casos anteriors, l'evolució de la variable en els dos tractaments segueix una tendència similar fins a les 4 últimes collites, on T3 es desmarca de T2. Tot i això, l'única collita on s'han detectat diferències significatives entre tractaments ha sigut la del 12/02.

Efecte del tractament en la formació d'espigalls

A la Taula 9 es pot observar els resultats de la comparació de mitjanes de producció total de brotons i espigalls segons tractament. Més amunt, a la Taula 7, ja s'han presentat els resultats de l'ANOVA d'aquestes dades.

Podem veure que no es detecten diferències entre T2 i T3 per cap de les variables però sí que són diferents respecte T1 en els valors d'espigall. En T1, al fer una única collita al final del cicle, tota la producció va ser d'espigalls.

En T2 i T3 la producció total per planta es reparteix entre brotons i espigalls, que es van començar a collir a partir de la collita 9 (d'11 collites totals), en T1 es concentra en espigalls. Això explica que la producció d'espigalls a T1 sigui significativament més alta a la de T2 i T3

Taula 9. Producció total de brotons i espigalls segons tractament.

	Tractament	Núm. brots		Pes total (g)		Pes (g) per brot	
Brotons	T1						
	T2	41.9	a	1006.2	a	24.5	a
	T3	43.7	a	1128.1	a	26.2	a
Espigalls	T1	31.3	a	878.7	a	27.1	a
	T2	21.8	b	474.2	b	22.3	a
	T3	20.6	b	491.7	b	26.0	a

Pel que fa a la data de collita on comencen a aparèixer espigalls segons el tractament, tampoc s'han detectat diferències significatives. Tant en T2 com en T3 es situa en la collita 9.

Tenint en compte que només es comprovava l'estadi dels brots (brotó o espigall) durant les collites (cada 7-14 dies) i que la percepció rebuda a l'hora de fer la collita era de que les plantes de T3 passaven a espigall més tard, creiem que seria necessari un estudi més precís per verificar si és cert que el desullat no afecta a la data d'espigat de les plantes.

Caracterització morfològica

La caracterització morfològica s'ha dut a terme amb les dades del bloc 2 i del bloc 3. Les del bloc 1 es van evitar per assegurar que totes les plantes considerades en la caracterització morfològica no havien patit asfíxia radicular.

- Alçada de la planta

A la Taula 10 es mostra un resum estadístic de les alçades de totes les plantes considerades. Les dades obtingudes concorden amb la descripció bibliogràfica esmentada a la introducció (alçades d'1 m).

Taula 10. Resum estadístic de l'alçada de les plantes. (D.E.: desviació estàndard, CV: coeficient de variació).

Caràcter	Mitjana	±D.E.	Mínim	Màxim	Moda	CV
Alçada	92.6	11.6	62.5	132	98	12.5

- Grau d'arissat

A la Figura 17 es mostra una gràfica amb el grau d'arissat de les plantes estudiades. Es pot observar el percentatge de plantes per cada nivell.

El grup més nombrós és el de les plantes classificades amb un grau d'arissat 3 (sent 0 el mínim i 4 el màxim, tal com s'ha indicat a l'apartat de presa de dades), assolint un 54% del total. Només al 15% se li ha assignat un grau inferior a tres i el 31% restant correspon a les plantes de grau 4.

Podem considerar que aquesta varietat presenta una fulla molt arrissada, característica especialment apreciada pels agricultors.

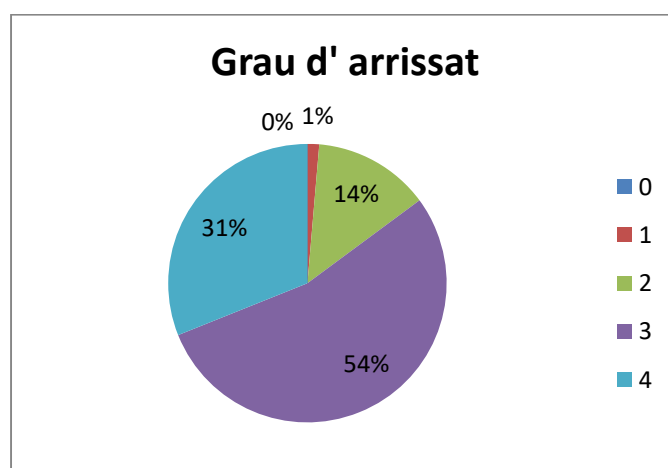


Figura 17. Grau d'arissat de les plantes.

- Grau de rebrot

A la Figura 18 es pot veure una gràfica amb el grau de rebrot de les plantes estudiades. De nou, es mostra el percentatge obtingut per cada categoria.

Les plantes amb un nivell de rebrot normal (grau 1) són les més abundants, arribant al 77%, seguides per les d'un nivell excepcional de rebrot (grau 2) amb un 16% i, en darrer lloc, per les d'un grau de rebrot baix (grau 0) amb un 7%.

El material genètic utilitzat en l'estudi es caracteritza per plantes amb un nivell de rebrot normal i, el que és més important, per la baixa presència de plantes amb pocs rebrots.

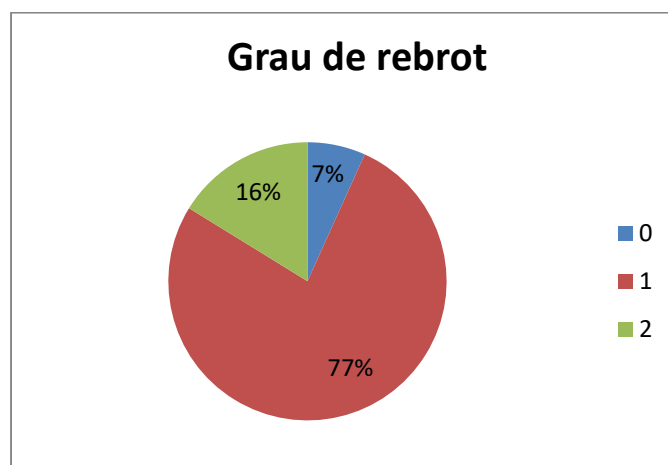


Figura 18. Grau de rebrot de les plantes.

Es va considerar que el grau de rebrot podia tenir una correspondència amb la producció total. Es va estudiar la seva relació amb el nombre de brots i la producció total en cada tractament. La variable pes/brot no es va considerar, doncs, com ja hem dit, els brots es collien seguint un criteri de mesures comercials i per tant, el seu pes no hauria de variar per aquest factor.

A la Taula 11 podem veure els resultats obtinguts de l'ANOVA per les variables número de brots i pes total per al factor rebrot amb les conjunts de dades del tres tractaments.

Taula 11. Resultats de l'ANOVA de les variables numero de brots i pes total per al factor rebrot amb els conjunts de dades dels tres tractaments. P-valors i nivells de significació.

Tractament	Factor	Núm. brots	Pes total
T1	Rebrot	0.9384	0.9098
T2	Rebrot	0.2837	0.06112
T3	Rebrot	3.123 e-5 ***	0.05438

En cap dels tractaments es van detectar diferències significatives entre el pes de la producció total segons el grau de rebrot de la planta (Taula 12). Pel que fa al nombre de brots, només en T3 existeixen diferències significatives segons el grau de rebrot.

Si els criteris per assignar el grau de rebrot fossin més precisos, caldria esperar diferències significatives en el nombre de brots per a tots els tractaments.

Taula 12. Efecte el grau de rebrot en la producció total de les plantes.

Tractament	Rebrot	Núm. brots		Pes total (g)	
T1	0	36.0	a	828.7	a
	1	31.1	a	894.9	a
	2	31.0	a	733.3	a
T2	0	32.0	a	799.4	a
	1	63.4	a	1 452.8	a
	2	63.7	a	1 996.2	a
T3	0	37.9	c	1 316.5	a
	1	57.2	b	1 510.9	a
	2	81.9	a	1 892.8	a

- Color de la fulla

Pel que fa al color de la fulla, no es van detectar diferències de coloració entre les plantes. Es van considerar totes dins de la categoria de color verd.

Caracterització química

Com ja s'ha explicat a l'apartat de presa de dades, les mostres de T1 pel M1 es van perdre i no han pogut formar part de l'anàlisi.

També cal esmentar que de la mostra de T2 del M3 no es va poder obtenir el sobrenedant necessari per mesurar-ne els °Brix, per tant no se'n va poder enregistrar cap valor per aquest paràmetre.

A la Taula 13 es pot veure la caracterització química del material vegetal. Més endavant es comentarà l'anàlisi de l'efecte dels tractaments sobre els paràmetres químics, però per a la caracterització s'han tingut en compte totes les mostres analitzades, indistintament del tractament o el moment en el qual s'han pres.

Els valors d'humitat i cendres són molt similars als obtinguts per la FMA (85,7 i 1,34 respectivament,

Taula 3). Pel que fa a °Brix i pH no tenim dades de referència de la varietat d'espigall. Comparant els resultats obtinguts amb les dades obtingudes per la FMA en projectes de recerca amb bràssiques¹ podem considerar els valors obtinguts com a normals i coherents. Si els comparem amb les dades obtingudes de la bibliografia presentades a la

Taula 3, veiem que, respecte als °Brix, l'espigall és més similar a la col de cabdell, i que, respecte al pH, el del l'espigall és el més baix de totes tres varietats.

Taula 13. Caracterització química del material vegetal.

pH	°Brix	Humitat (%) ₁	Cendres (%) ₁
5.5 ± 0.1	8.2 ± 0.6	85.8 ± 0.8	1.3 ± 0.1

Tots els resultats s'expressen en valor mitjà ± desviació estàndard; ₁ % de matèria fresca.

Pel que fa a l'anàlisi de l'efecte dels tractaments sobre la composició química de l'espigall, a la Taula 14 trobem els resultats de l'ANOVA de les variables de l'anàlisi química per al factor tractament en el conjunts de dades de cada moment. A la Taula 15 en trobem resum dels valors mitjans obtinguts i la comparació de mitjanes.

Taula 14. Resultats de l'ANOVA de les variables pH, °Brix, humitat i cendres per al factor tractament amb els conjunts de dades de cada moment. P-valors i nivells de significació.

Moment	Factor	pH	°Brix	Humitat	Cendres
M1	Tractament	0.1372	0.1889	1.022 e-3 **	0.036 *
M2	Tractament	1.149 e-4 ***	4.334 e-3 **	3.2 e-4 ***	5.587 e-4 ***
M3	Tractament	2.703 e-4 ***	8.163 e-3 **	0.01982 **	0.01982 **

Pel que fa al pH, observem que abans del desullat (M1) no es detecten diferències entre T2 i T3. Després del desullat, tant en M2 (pas de brot a espigall) com en M3 (fi de collita) sí que se'n

¹ La FMA està treballant des de fa uns anys en el projecte BRAAVA per la selecció de noves varietats de bràssiques amb alt valor afegit i adaptades a les condicions del Baix Llobregat. Els valors obtinguts en els seus anàlisis de les diferents varietats de bràssiques se situen entre 6.11 - 4.99 per al pH i entre 11.07 - 5.84 per als °Brix (Simó et al., 2018).

detecten, entre tots tres tractaments. T3 presenta un pH més alt que T2 i T2 més alt que T1. És una llàstima que no disposem de les dades de T1 a M1 per comprovar si a M1 el pH pels tres tractaments és igual i si les diferències apareixen després del desullat o si la diferència de pH està relacionada també amb el fet de collir periòdicament la planta. Tot i això els resultats semblen indicar que el tractament afecta al pH.

Quant als °Brix, degut a la manca de dades és difícil fer una anàlisi coherent. Veiem que a M1 no es detecten diferències significatives entre tractaments però que als dos altres moments sí. No sembla possible trobar cap tipus d'explicació a aquestes variacions amb les dades que tenim.

En referència a la humitat, es detecten diferències significatives en tots els moments. Sembla que en T1 es manté sense grans variacions entre M2 i M3. De nou, trobem a faltar la dada de M1 per veure si és així durant tot el cicle. Quant a en T2 i en T3 sembla que tendeixen a disminuir. Podria ser que aquesta disminució de la humitat estigues relacionada amb la collita periòdica.

Per últim, els valors de cendres, presenten diferències significatives segons el tractament per a tots tres moments. No sabem a que pot ser deguda aquesta variació entre tractaments, doncs es detecta fins i tot entre T2 i T3 abans del moment del desullat, quan les plantes encara no havien estat tractades de forma diferent. El que sí que queda clar és que, en tots els tractaments, el contingut de cendres tendeix a disminuir a mesura que avança el cicle.

Taula 15. Comparació de mitjanes dels paràmetres químics segons tractament per a cada moment

Moment	Tractament	pH		°Brix		Humitat ₁		Cendres ₂	
M1	T2	5.4	a	8.2	a	85.5	b	10.3	a
	T3	5.5	a	7.7	a	86.8	a	9.8	b
M2	T1	5.6	a	7.6	c	86.6	a	9.4	a
	T2	5.5	c	8.3	b	85.6	b	8.8	b
	T3	5.6	b	9.2	a	85.0	c	8.	c
M3	T1	5.6	a	7.8	b	86.8	a	8.7	a
	T2	5.4	c	-	-	85.1	b	7.8	b
	T3	5.5	b	8.9	a	84.7	b	7.6	c

₁ Resultats expressats en % de matèria fresca; ₂ Resultats expressats en % de matèria seca.

5. Conclusions

El material vegetal emprat per aquest estudi, la 5a generació del procés de selecció i millora d'espigall del projecte EGEsNat, es caracteritza per assolir una alçada mitjana de 92 cm, un grau d'arissat alt i el nivell de rebrot que s'espera d'aquest tipus de varietat.

Quant a l'efecte del desullat sobre la producció, estadísticament no es pot afirmar que suposi un augment de la producció total ni del nombre de brots per planta, ni que ajudi a enrederir l'aparició d'espigalls. Tot i això, els resultats obtinguts de producció total (g de pes fresc) per planta són lleugerament superior en les plantes amb desullat que en les plantes sense desullar. Igual que no s'ha pogut demostrar que augmenti la producció, tampoc s'ha demostrat que la faci disminuir.

De l'efecte del desullat sobre factors de la composició química, es lamenta la falta d'alguns valors per ajudar a clarificar la seva anàlisi. No s'ha pogut establir una relació clara entre el desullat i una modificació en la composició química de l'espigall. Tot i això, s'ha detectat que les cendres i la humitat disminueixen a mesura que avança el cicle de cultiu.

Per acabar, es va plantejar T1 com una forma de maneig alternativa per a aquest cultiu. Veient que les dades de producció són significativament inferiors a les dels tractaments amb collita periòdica, es descarta aquesta proposta.

6. Propostes per a futures investigacions

En general, per a tots els aspectes estudiats, no ha sigut possible detectar un efecte estadísticament significatiu del desullat, només indicis. De cara a futures investigacions, seria interessant igualar el cicle de cultiu de l'estudi al cicle de cultiu que realitzen els agricultors. En el nostre cas, com no vam poder obtenir el material vegetal abans, vam sembrar dos mesos més tard que el que és habitual. Potser amb un cicle de cultiu complert l'efecte del desullat es faria més evident, tant pel que fa a rendiment com a composició química.

Sabent que els pagesos aprecien més el brot en forma d'espigall, es podria considerar també estudiar amb més detall l'efecte del desullat sobre la data de pas de botó a espigall.

Per últim, també podria ser interessant estudiar si la data del desullat, avançar-la o enrederir-la, afecta al rendiment.

7. Bibliografia

- Abdull Razis, A. F. & Noor, N. M., 2013. Cruciferous Vegetables: Dietary Phytochemicals for Cancer Prevention. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 14(3), pp. 1565-1570.
- Ali, A. & Fletch, R. A., 1971. Hormonal interaction in controlling apical dominance in soybeans. *Cadian Journal of Botany*, Volum 49, pp. 1727-1731.
- Al-Shehbaz, I. A., Beilstein, M. A. & Kellogg, E. A., 2006. Systematics and phylogeny of the Brassicaceae (Cruciferae): an overview. *Plant Systematics and Evolution*, Volum 259, pp. 89-120.
- Barceló Coll, J., Nicolás Rodrigo, G., Sabater García, B. & Sánchez Tamés, R., 1988. *Fisiología vegetal*. Quinta ed. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Belitz, H.-D. & Grosch, W., 1997. Hortalizas y productos hortícolas. A: *Química de los alimentos*. Zaragoza: Acribia, pp. 832-833.
- Cartea, M. E., Lema, M., Francisco, M. & Velasco, P., 2011. Basic Information on Vegetable Brassica Crops. A: J. Sadowski & C. Kole, ed. *Genetics, genomics and breeding of vegetables Brassicas*. Enfield: Science Publishers, pp. 1-33.
- Cartea, M. E. et al., 2016. Brásicas. A: J. I. R. d. Galarreta, J. Prohens & R. Tierno, ed. *Las variedades locales en la mejora genética de plantas*. Vitoria-Gasteiz: Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, pp. 445-463.
- Casals Missio, J., 2012. *Estudis sobre varietats tradicionals catalanes: la col brotonera (Brassica oleracea L.)*. Castelldefels: Fundació Miquel Agustí.
- Casañas, F., Simó, J., Casals, J. & Prohens, J., 2017. Toward an Evolved Concept of Landrace. *Frontiers in Plant Science*.
- Cubero, J. I., 2016. De las plantas silvestres a las variedades tradicionales:. A: J. I. R. d. Galarreta, J. Prohens & R. Tierno, ed. *Las variedades locales en la*. Vitoria-Gasteiz: Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, pp. 9-28.
- Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura Ramaderia i Pesca, 2003. *Productes de la Terra*. s.l.:Entitat Autònoma del Diari Oficial i de Publicacions.
- Haynes, C., Nair, A., Jauron, R. & Everhart, E., 2018. *Cole Crops*. Iowa State University, *Extension and Outreach*. [En línia]
Available at: <https://store.extension.iastate.edu/product/Cole-Crops>
[Últim accés: 04 05 2019].
- Huang, D., Ou, B. & Prior, R. L., 2005. The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6), pp. 1841-1856.
- Kashyap, D. et al., 2019. Fisetin and Quercetin: Promising Flavonoids with Chemopreventive Potential. *Biomolecules*, 9(5), p. 174.

Maggioni, L., Bothmer, R. v., Poulsen, G. & Lipman, E., 2017. Domestication, diversity and use of *Brassica oleracea* L., based on ancient Greek and Latin texts. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 65(1), pp. 137-159.

Martínez, S., Olmos, I., Carballo, J. & Franco, I., 2010. Quality parameters of *Brassica* spp. grown in northwest Spain. *International Journal of Food Science and Technology*, Issue 45, pp. 776-783.

Negri, V., Maxted, N. & Veteläinen, M., 2009. European landrace conservation: an introduction. A: *European Landraces: on farm Conservation, Management and Use. Biodiversity Technical Bulletin nº 15*. s.l.:s.n.

OECD, 2012. *Consensus document on the biology of the Brassica crops (Brassica spp.)*. OECD Environment, Health and Safety Publications Series on Harmonisation of Regulatory Oversight in Biotechnology, No. 54. Paris: s.n.

Podszędek, A., 2007. Natural antioxidants and antioxidant capacity of *Brassica* vegetables: A review. *LWT - Food Science and Technology*, Volum 40, pp. 1-11.

Pressman, E., Shaked, R. & Aviram, H., 1985. Lateral shoot development in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*): the effect of pinching date. *Scientia Horticulturae*, Issue 26, pp. 1-7.

Riu-Bosoms, C., Calvet-Mir, L. & Reyes-García, V., 2014. Factor Enhancing Landrace in situ Conservation in Home Gardens and Fields in Vall de Gósol, Catalan Pyrenees, Iberian Peninsula. *Journal of Ethnobiology*, 34(2), pp. 175-194.

Rosa, E. A. S., 1999. Chemical composition. A: C. Gómez-Campos, ed. *Biology of Brassica Coenospecies*. Amsterdam: Elsevier Science B. V., pp. 315-358.

Rull, A., Casals, J. & Simó, J., 2017. Recuperación y mejora de la variedad tradicional de col 'espigall del Garraf' (*Brassica oleracea* L.). *Horticultura*.

Sanzana Ramos, S. X., 2010. *Viabilidad del desarrollo de alimentos funcionales frescos por incorporación de aloe vera a la matriz estructural de endibia, brócoli, coliflor y zanahoria mediante la técnica de impregnación a vacío*. Valencia: s.n.

Simó Cruanyes, J. et al., 2017. *Estudi nutricional de l'espigall del Garraf. Determinació de paràmetres químics i bioactius*., Castelldefels: s.n.

Simó Cruanyes, J. et al., 2018. *Noves varietats de bràssiques d'alt valor afegit i adaptades a les condicions del Parc Agrari del Baix Llobregat*, Castelldefels: s.n.

Simó, J. et al., 2014. *Eines per a la Dinamització Agrícola del Parc del Garraf: Anàlisi de la Dinàmica Agrícola i Impuls dels Productes Locals (Espigalls del Garraf) Memòria d'activitats*. s.l., s.n.

Soengas, P., Sotelo, T., Velasco, P. & Cartea, M. E., 2011. Antioxidant Properties of *Brassica* Vegetables. *Functional Plant Science and Biotechnology*, Volum 5, pp. 43-55.



Takahashi, M. & Sasaki, H., 2019. Competitive Biomass Allocation Between the Main Shoot and Lateral Branches of Broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*). *The Horticulture Journal*, Advance Online Publication.

Tapias, P., 2003. *Cuines de Vilanova*. Primera ed. Valls: Cossetània Edicions.

von Rümker, K., 1908. Die systematische Einteilung und Benennung der Getreidesorten für praktische Zwecke. *Jahrbuch der Deutschen Landwirtschafts*, Issue 23, pp. 137-167.

Zeven, A. C., 1998. Landraces: A review of definitions and classifications. *Euphytica*, Issue 104, pp. 127-139.



Escola Superior d'Agricultura de Barcelona
UPC – BarcelonaTech

Annex I

Fotografies



Contingut

Figura 1. Espigall en formació. Inflorescència immadura a l'apex del brot.	1
Figura 2. Zona del cultiu afectada per l'asfíxia radicular.....	1
Figura 3. Plantes amb collita periòdica.	2
Figura 4. Plantes amb collita final a mitjans i a finals de cicle.	2
Figura 5. Collita d'una planta al camp.	2
Figura 6. Collita al laboratori llesta per pesar i contar el núm. de brots.....	2
Figura 7. Processat de les mostres	3
Figura 8. Mostres preparades per entrar a l'estufa per determinar-ne la humitat.....	3
Figura 9. Gresols amb les mostres calcinades llestes per pesar les cendres.	4



Figura 1. Espigall en formació. S'aprecia la inflorescència immadura a l'apex del brot.



Figura 2. Zona del cultiu afectada per l'asfíxia radicular.



Figura 3. Plantes amb collita periòdica.



Figura 4. Plantes amb collita final a mitjans i a finals de cicle respectivament. Tenen una forma més arrodonida compacte i uniforme que les plantes amb collita periòdica.



Figura 5. Collita d'una planta al camp.



Figura 6. Collita al laboratori, separada per plantes, llesta per pesar i contar el núm. de brots.



Figura 7. Processat de les mostres (congelat i triturat) per la una correcte conservació fins al moment de l'anàlisi.



Figura 8. Mostres processades preparades per entrar a l'estufa per determinar-ne la humitat.



Figura 9. Gresols amb les mostres calcinades, llestes per pesar les cendres.



Escola Superior d'Agricultura de Barcelona
UPC – BarcelonaTech

Annex II

Protocols d'anàlisis químiques



Contingut

Acidesa titlable i °Brix	1
Matèria seca.....	3
Cendres	4



Fundació Miquel Agustí

Protocol:	Acidesa titulable i °Brix	Versió: 0
Tipus mostra:	Bràssiques	
Redacció protocol:	Silvia Sans	

Objectiu:

Determinar acidesa i contingut en sòlids solubles de mostres de Bràssiques (pulveritzades)

EPIs: bata

Equips:

- Agitador magnètic
- Balança de precisió 1 mg
- Vasos de precipitats 100 ml
- Bureta 25 ml
- pH-metre
- Refractòmetre
- Erlenmeyers 50 ml
- Pipeta aforada 10 ml
- Tubs de centrifuga i centrifuga

Reactius necessaris:

- NaOH 0.1 M (solució valorant)
- Biftalat potàssic 0.1 M
- Fenolftaleïna 1%
- Aigua destil·lada

PROCEDIMENT EXPERIMENTAL

- 1) Agafar una gota del sobrenedant per obtenir els °Brix (en cas que no hi hagi sobrenedant, posar una mica de mostra en un tub de centrifuga i centrifugar 15 min, a 9500 rpm, a 4°C).
- 2) Pesar 10 g (m) de puré (remenat) en un vas de precipitat amb precisió de 0.1 mg.
- 3) Afegim uns 50 mL d'aigua destil·lada (ha de deixar de quedar espès).
- 4) Es col·loca el vas de precipitat sobre una placa amb agitació magnètica i s'hi afegeix una vareta imantada. S'ajusta la velocitat d'agitació i es deixa remenar bé.
- 5) S'introdueix en el líquid l'elèctrode (del pH-metre degudament calibrat) i es mesura el pH inicial.
- 6) Es valora amb una bureta que contingui NaOH 0.1 M fins a pH 8.1. S'anota el volum consumit (V). Després de cada addició de solució NaOH s'ha d'esperar a que la lectura de l'elèctrode s'estabilitzi (lectura en continu).
- 7) Cada dia és necessari valorar el NaOH 0.1 M amb el biftalat potàssic 0.1 M (0.1 N). Afegir 10 ml de solució de biftalat potàssic en un erlenmeyer, unes gotes de fenolftaleïna i valorar amb NaOH 0.1 M. Vira d'incolòr a rosa.

CÀLCULS

Determinar el factor f_{NaOH} :

$$V_{\text{bif}} N_{\text{bif}} f_{\text{bif}} = V_{\text{b}} N_{\text{b}} f_{\text{b}}$$

$$f_{\text{NaOH}} = \frac{V_{\text{bif}} \times N_{\text{bif}} \times f_{\text{bif}}}{V_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}}}$$

On V_{bif} és el volum de biftalat a valorar (10 ml), N_{bif} és la concentració del biftalat (0,1 M), f_{bif} és el factor de correcció del biftalat (pes real / pes calculat). Finalment, V_{NaOH} és el volum de NaOH gastat en la valoració y N_{NaOH} la concentració teòrica (0.1 M) de la dissolució de NaOH.

Càlcul acidesa titlable:

$$TA = \frac{V \text{ mL } S_{\text{NaOH}}}{m \text{ g mostra}} \frac{1 \text{ L } S_{\text{NaOH}}}{1000 \text{ mL } S_{\text{NaOH}}} \frac{c \text{ mol NaOH}}{1 \text{ L } S_{\text{NaOH}}} \frac{1 \text{ mol àcid}}{n \text{ mol NaOH}} \frac{M \text{ àcid}}{1 \text{ mol àcid}} = \frac{V c M \text{ g àcid}}{m n 1000 \text{ g mostra}}$$

On:

- C: concentració exacta de la solució de NaOH expressada en molaritat. Habitualment $c=0.1 f_{\text{NaOH}}$.
- f_{NaOH} : factor de la solució de NaOH (habitualment proper a 1).
- M: pes molecular de l'àcid en que s'expressa TA (en ceba és majoritari l'àcid màlic, PM= 134,0874 g/mol).
- N: nombre de protons (H^+) de l'àcid en que s'expressa TA. Cítric 3, Màlic 2, Tartàric 2.

Preparació de reactius

- NaOH 0.1 M (solució valorant)

Diluir 4g de NaOH en 1 l d'aigua destil·lada.

- Biftalat potàssic 0.1 M

Pesar 20,5 g de biftalat potàssic en un vas de precipitat (tenir anotat el pes del vas). Posar a l'estufa 1 h a 100 °C. Deixar en un dessecador fins temperatura ambient i pesar (pes real). Diluir en 1 l d'aigua destil·lada.

Referències

Basat en Current Protocols in Food Analytical Chemistry (2001). G2.1.1-G2.1.7.

Versió	Data	Modificacions introduïdes
0	29/03/2018	Redacció



Fundació Miquel Agustí

Protocol:	Matèria seca	Versió: 0
Tipus mostra:	Bràssiques	
Redacció protocol:	Silvia Sans	

Objectiu:

Determinar el contingut de matèria seca de mostres de Bràssiques (pulveritzades) i obtenir farina per anàlisis posteriors.

EPIs: bata

Equips:

- Safates alumini
- Paper d'alumini
- Balança de precisió 1 mg
- Estufa
- Dessecador
- Molinet

PROCEDIMENT EXPERIMENTAL

- 1) Deixar durant 24 h les safates amb un tros de paper d'alumini que cobreixi el fons a l'estufa a 60 °C.
- 2) Deixar les safates a un dessecador fins temperatura ambient.
- 3) Pesar la safata (P1) i tarar.
- 4) Afegir a la safata uns 30 g (P2) de mostra i distribuir-la pel fons de la safata perquè quedi amb el menor gruix possible.
- 5) Posar la safata a l'estufa durant 72 h a 60 °C.
- 6) Deixar a un dessecador fins temperatura ambient i pesar (P3).
- 7) Triturar amb el molinet la mostra seca i guardar la farina que s'obtingui a la nevera.

CÀLCULS

$$\% \text{ matèria seca} = \frac{P3 - P1}{P2} \times 100$$

Versió	Data	Modificacions introduïdes
0	29/03/2018	Redacció



Fundació Miquel Agustí

Protocol:	Cendres	Versió: 0
Tipus mostra:	Bràssiques	
Redacció protocol:	Silvia Sans	

Objectiu:

Determinar el contingut de matèria mineral de mostres de Bràssiques (farina obtinguda del protocol de matèria seca).

EPIs: bata, pinces per manipular gresols

Equips:

- Balança de precisió 1 mg
- Bany de sorra (SELECTA Combiplac)
- Gresols de porcellana
- Dessecador
- Mufla (SELECTA 367 PE)

PROCEDIMENT EXPERIMENTAL

- 8) Rentar els gresols amb aigua destil·lada, assecar-los i precalcinar-los a la mufla durant ½ hora a 450 °C. Treure de la mufla i deixar-los 5 min sobre d'una superfície de ceràmica, després, posar-los al dessecador fins que arribin a temperatura ambient.
- 9) Tarar els gresols i anotar el pes (P1). Pesar 1g amb una precisió de 0.1mg de mostra seca i molturada (farina) (P2). Posar els gresols en el bany de sorra, amb la potència al 100% fins que deixi de fer fum. Després, posar-los a la mufla durant 4 hores a 450 °C.
- 10) Passades les 4 hores, treure de la mufla i deixar-los 5 min sobre d'una superfície de ceràmica. Passat aquest temps, posar-los al dessecador fins a temperatura ambient. Pesar els gresols per determinar el contingut en cendres (P3).

CÀLCULS

$$\% \text{ matèria mineral} = \frac{P3 - P1}{P2} \times 100$$

Versió	Data	Modificacions introduïdes
0	29/03/2018	Redacció